

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-017625

(43)Date of publication of application : 19.01.1996

(51)Int.Cl. H01F 7/02  
H01F 13/00

(21)Application number : 06-281461

(71)Applicant : CKD CORP

(22)Date of filing : 19.10.1994

(72)Inventor : TAMURA AKIRA  
ENDOU KATAYUKI  
UEMATSU EIJI  
EMURA DAISUKE

(30)Priority

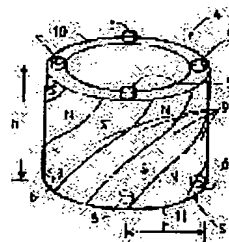
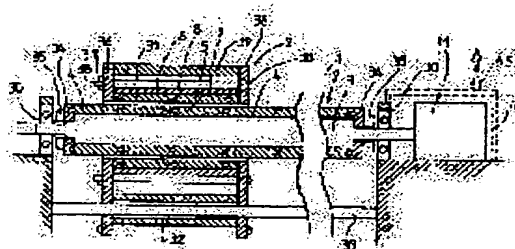
Priority number : 06112108 Priority date : 26.04.1994 Priority country : JP

## (54) MAGNETIC SCREW AND MANUFACTURE OF MAGNETIC SCREW

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a magnetic screw having high magnetic force and mechanical strength, by providing an inner magnetic screw with a high permeability rod member which continuously arranges a plurality of inner spiral cylinder magnets having spiral magnetization, in the axial direction on the outer peripheral surface of permanent magnet material formed in a small length cylindrical form, and retains the inner spiral cylinder magnets.

**CONSTITUTION:** In the ordinary time of a magnetic screw, magnetization belts 9 of mutually attracting polarities of spiral cylinder magnets 4 and 7 are stopped in a facing position, by the magnetic force of the spiral cylinder magnet 4 of a shaft body 1 and the spiral cylinder magnet 7 of a housing 2. When the shaft body 1 is rotated with a motor M, the cylinder magnet 4 rotates together with a rod member 3, and a magnetization belt 9 shows spiral advance. The cylinder magnet 7 which can not rotate around the rod member 3 is going to follow. Since a force does not act especially in the axial direction and neutral in a subhole 32, the housing 2 moves right and left together with the spiral advance of the magnetization belt 9, in accordance with the rotation of the rod member 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.01.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2685723

[Date of registration] 15.08.1997

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-17625

(43) 公開日 平成8年(1996)1月19日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 7/02	Z			
13/00	C			

審査請求 有 請求項の数11 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平6-281461  
(22) 出願日 平成6年(1994)10月19日  
(31) 優先権主張番号 特願平6-112108  
(32) 優先日 平6(1994)4月26日  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000106760  
シーケーディ株式会社  
愛知県小牧市大字北外山字早崎3005番地  
(72) 発明者 田村 晃  
愛知県小牧市大字北外山字早崎3005 シー  
ケーディ株式会社内  
(72) 発明者 遠藤 方志  
愛知県小牧市大字北外山字早崎3005 シー  
ケーディ株式会社内  
(72) 発明者 上松 英司  
愛知県小牧市大字北外山字早崎3005 シー  
ケーディ株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 富澤 孝 (外2名)

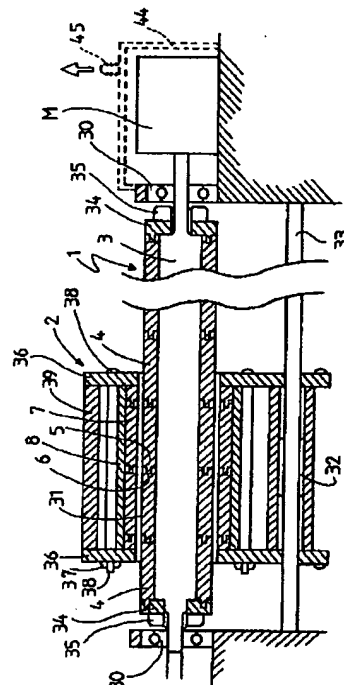
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気ネジ及び磁気ネジの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 強力かつ高強度の螺旋着磁磁石を安価に実現し、設計上の自由度を増して広範な応用を可能にした磁気ネジ及びその製造方法を提供すること。

【構成】 螺旋状に着磁された着磁帯を外周面に偶数本有し、隣接する着磁帯同士が互いに反する極性で着磁された内磁気ネジと、螺旋状に着磁された着磁帯を内周面に偶数本有し、隣接する着磁帯同士が互いに反する極性で着磁された外磁気ネジとを備える磁気ネジであって、内磁気ネジ、外磁気ネジが、短寸の円筒形状に形成された永久磁石材料の外周面又は内周面に螺旋着磁を有するスパイラル円筒磁石を軸方向に複数個連置してなり、内スパイラル円筒磁石を枢支する高透磁性のロッド部材を有する磁気ネジ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 螺旋状に着磁された着磁帯を外周面に偶数本有し、隣接する着磁帯同士が互いに反する極性で着磁された内磁気ネジを備える磁気ネジにおいて、前記内磁気ネジが、短寸の円筒形状に形成された永久磁石材料の外周面に螺旋着磁を有する内スパイラル円筒磁石を軸方向に複数個連置してなり、前記内スパイラル円筒磁石を枢支する高透磁性のロッド部材を有することを特徴とする磁気ネジ。

【請求項2】 請求項1に記載する磁気ネジにおいて、前記内スパイラル円筒磁石の内面と前記ロッド部材とに、相互に掛合する畚状のボス及びボス溝が形成されていることを特徴とする磁気ネジ。

【請求項3】 短寸の円筒形状に形成された複数個の永久磁石材料を軸方向に接触させて高透磁性のロッド部材に嵌装し、着磁導線を内周面に螺旋状に設けた着磁治具に挿通して螺旋着磁を施し、ロッド部材を所定距離軸方向に移動し、螺旋着磁を繰り返すことを特徴とする磁気ネジの製造方法。

【請求項4】 螺旋状に着磁された着磁帯を内周面に偶数本有し、隣接する着磁帯同士が互いに反する極性で着磁された外磁気ネジを備える磁気ネジにおいて、前記外磁気ネジが、短寸の円筒形状に形成された永久磁石材料の内周面に螺旋着磁を有する外スパイラル円筒磁石を軸方向に複数個連置してなり、前記外スパイラル円筒磁石を保持する高透磁性のジャケット部材を有することを特徴とする磁気ネジ。

【請求項5】 請求項4に記載する磁気ネジにおいて、前記外スパイラル円筒磁石の外面と前記ジャケット部材とに、相互に掛合する畚状のボス及びボス溝が形成されていることを特徴とする磁気ネジ。

【請求項6】 短寸の円筒形状に形成された複数個の永久磁石材料を軸方向に接触させて高透磁性のジャケット部材に嵌装し、着磁導線を外周面に螺旋状に設けた着磁治具に挿通して螺旋着磁を施し、ジャケット部材を所定距離軸方向に移動し、螺旋着磁を繰り返すことを特徴とする磁気ネジの製造方法。

【請求項7】 内周面に螺旋状に着磁された円筒孔を有するハウジングと、ハウジングの円筒孔を貫通して設けられ、円筒孔の内周面の螺旋着磁に対向するように外周面を螺旋状に着磁された軸体とを有し、軸体とハウジングとを相互に回転させることにより軸体とハウジングとを軸方向に相互に移動させるようにした磁気ネジにおいて、前記軸体が、円柱形状のロッド部材と、

前記ロッド部材に覆装される円筒形状の磁石であって、隣同士が互いに反する極性で着磁された螺旋状の着磁帯を有する内スパイラル円筒磁石とを備え、

前記内スパイラル円筒磁石が、

一端に設けられた位置決め手段と、

その反対の端部に設けられた、他の内スパイラル円筒磁石の前記位置決め手段と嵌合される被位置決め手段とを有し、

前記位置決め手段と前記被位置決め手段とが少なくとも2通りの位置で嵌合可能のように形成されたことを特徴とする磁気ネジ。

【請求項8】 内周面を螺旋状に着磁された円筒孔を有するハウジングと、ハウジングの円筒孔を貫通して設けられ、円筒孔の内周面の螺旋着磁に対向するように外周面を螺旋状に着磁された軸体とを有し、軸体とハウジングとを相互に回転させることにより軸体とハウジングとを軸方向に相互に移動させるようにした磁気ネジにおいて、

前記ハウジングが、

円筒形状のジャケット部材と、

前記ジャケット部材に嵌装される円筒形状の磁石であって、隣同士が互いに反する極性で着磁された螺旋状の着磁帯を有する外スパイラル円筒磁石とを備え、

前記外スパイラル円筒磁石が、

一端に設けられた位置決め手段と、

その反対の端部に設けられた、他の外スパイラル円筒磁石の前記位置決め手段と嵌合される被位置決め手段とを有し、

前記位置決め手段と前記被位置決め手段とが少なくとも2通りの位置で嵌合可能のように形成されたことを特徴とする磁気ネジ。

【請求項9】 請求項7又は請求項8に記載する磁気ネジにおいて、

前記ロッド部材又は前記ジャケット部材が高透磁性の材料により構成されていることを特徴とする磁気ネジ。

【請求項10】 請求項7乃至請求項9のいずれか1項に記載する磁気ネジにおいて、

前記内スパイラル円筒磁石又は外スパイラル円筒磁石が、前記着磁帯の境目に形成された溝を有することを特徴とする磁気ネジ。

【請求項11】 請求項8乃至請求項10のいずれか1項に記載する磁気ネジにおいて、

前記外スパイラル円筒磁石の内面に、前記着磁帯に沿って取り付けられた帯状磁性体を有することを特徴とする磁気ネジ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、螺旋形状に着磁した部材の組合せにより、回転運動と直進運動との変換を行うようにした磁気ネジに関し、更に詳細には、比較的短寸

の螺旋円筒磁石を組み合わせた構造とすることにより、強力、高精度でかつ高い設計自由度をも獲得した磁気ネジに関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】従来、外周面を螺旋状に着磁した移動部材を、内周面を移動部材の外周面の螺旋着磁に対向するように螺旋着磁した円筒形状のハウジング内に保持し、移動部材又はハウジングを回転させることにより移動部材の直進運動を得ることができる磁気ネジが種々提案されている。かかる磁気ネジは、その動きに機械的剛性がないので衝突時の安全性に優れること、接触部分のない構成とすることができるので機械的摩擦を排除でき従って部材の摩耗や摩耗粉の発生あるいは伝達損失や騒音発生がないこと、バックラッシュが少ないこと、ストロークの自由度が大きいこと、被駆動部を動力部の振動から遮断できること等、機械的送り機構にない種々の長所を有している。

【0003】このため、磁気ネジを各種用途に応用することが考えられている。例えば、その衝突安全性を利用した一般搬送装置や自動ドア等への応用、非接触構成であることにより摩耗粉が発生しないことを利用したクリーンルーム用搬送装置、また非接触構成であることにより潤滑油を要さず乾燥状態で使用できることを利用した真空機器用搬送装置、静粛性を利用したOA機器の送り装置、動力部の振動から遮断できることを利用した光学機器用焦点合わせ装置、等がある。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の磁気ネジは上記の優れた特性を有しながら、次のような問題があるため現実の製品への適用はあまり実現できていなかった。まず、高価なことが挙げられる。磁気ネジは前記のように螺旋着磁を施した移動部材及びハウジングを使用するが、磁性体への螺旋形状の着磁は容易ではなく複雑な手順を要するからである。特に、長尺のものの製造は困難で著しく高価となる。また、大負荷に対応しうる磁気ネジを得にくい。例えば、移動部材として円柱形状の磁石材料を用いこれの外周面に螺旋着磁を施そうとするときに、磁束密度を上げにくいからである。特に、長尺の磁石材料について一時に着磁しようとする場合に高磁束密度のものを得るのが困難である。そして、これを補うためには大規模な着磁装置を必要とし、現実的でない。

【0005】また、必要な機械的強度を得ることも困難である。長尺の移動部材及びハウジングをプレス及び焼成により成形する場合に、特に中央部分がプレス時に粗となり、そのため焼成時にクラック等の欠陥が生じやすいからである。特に、磁石材料として優れるフェライト系材料や希土類系材料は、それ自体脆い材質のものが多く、このため磁気ネジの機械的強度が得られない。また欠陥の存在は、磁石内部の磁気抵抗を大きくし、結果と

して磁束密度の低下をも招く。そして、これらの問題点を避けるための手段として、円柱形状の部材に磁石帯を螺旋状に巻き付ける方法が特開平1-126465号公報に開示されている。しかしこの方法によっても、磁石帯自体の磁力が弱いこと、巻き付けの誤差が大きく位置精度が出しにくいことといった問題がある。

【0006】本発明は、強力かつ高強度の螺旋着磁磁石を安価に実現することにより、前記従来の磁気ネジの問題点を解決して、磁力が強く機械的強度も優れかつ位置精度の高い磁気ネジ及びその製造方法を安価に提供し、磁気ネジの広範な応用を可能にすることを目的とする。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】

(1) この目的を達成するため本発明は、螺旋状に着磁された着磁帯を外周面に偶数本有し、隣接する着磁帯同士が互いに反する極性で着磁された内磁気ネジを備える磁気ネジであって、前記内磁気ネジが、短寸の円筒形状に形成された永久磁石材料の外周面に螺旋着磁を有する内スパイラル円筒磁石を軸方向に複数個連置してなり、前記内スパイラル円筒磁石を枢支する高透磁性のロッド部材を有することを特徴とする構成とされる。

(2) また、本発明は、(1)の磁気ネジであって、前記内スパイラル円筒磁石の内面と前記ロッド部材とに、相互に掛合する畝状のボス及びボス溝が形成されていることを特徴とする構成とされる。

【0008】(3) また、本発明は、短寸の円筒形状に形成された複数個の永久磁石材料を軸方向に接触させて高透磁性のロッド部材に嵌装し、着磁導線を内周面に螺旋状に設けた着磁治具に挿通して螺旋着磁を施し、ロッド部材を所定距離軸方向に移動し、螺旋着磁を繰り返すことを特徴とする磁気ネジの製造方法とされる。

(4) また、本発明は、螺旋状に着磁された着磁帯を外周面に偶数本有し、隣接する着磁帯同士が互いに反する極性で着磁された外磁気ネジを備える磁気ネジであって、前記外磁気ネジが、短寸の円筒形状に形成された永久磁石材料の内周面に螺旋着磁を有する外スパイラル円筒磁石を軸方向に複数個連置してなり、前記外スパイラル円筒磁石を保持する高透磁性のジャケット部材を有することを特徴とする構成とされる。

【0009】(5) また、本発明は、(4)の磁気ネジであって、前記外スパイラル円筒磁石の外面と前記ジャケット部材とに、相互に掛合する畝状のボス及びボス溝が形成されていることを特徴とする構成とされる。

(6) また、本発明は、短寸の円筒形状に形成された複数個の永久磁石材料を軸方向に接触させて高透磁性のジャケット部材に嵌装し、着磁導線を外周面に螺旋状に設けた着磁治具に挿通して螺旋着磁を施し、ジャケット部材を所定距離軸方向に移動し、螺旋着磁を繰り返すことを特徴とする磁気ネジの製造方法とされる。

【0010】(7) また、本発明は、内周面を螺旋状に

着磁された円筒孔を有するハウジングと、ハウジングの円筒孔を貫通して設けられ、円筒孔の内周面の螺旋着磁に対向するように外周面を螺旋状に着磁された軸体とを有し、軸体とハウジングとを相互に回転させることにより軸体とハウジングとを軸方向に相互に移動させるようにした磁気ネジであって、前記軸体が、円柱形状のロッド部材と、前記ロッド部材に覆装される円筒形状の磁石であって隣同士が互いに反する極性で着磁された螺旋状の着磁帯を有する内スパイラル円筒磁石とを備え、前記内スパイラル円筒磁石が、一端に設けられた位置決め手段と、その反対の端部に設けられた、他の内スパイラル円筒磁石の前記位置決め手段と嵌合される被位置決め手段とを有し、ネジが連続状態となる少なくとも2通りの位置で嵌合可能のように形成された構成とされる。

【0011】(8) また、本発明は、内周面を螺旋状に着磁された円筒孔を有するハウジングと、ハウジングの円筒孔を貫通して設けられ、外周面を螺旋状に着磁された軸体とを有し、軸体とハウジングとを相互に回転させることにより軸体とハウジングとを軸方向に相互に移動させるようにした磁気ネジであって、前記ハウジングが、円筒形状のジャケット部材と、前記ジャケット部材に嵌装される円筒形状の磁石であって、隣同士が互いに反する極性で着磁された螺旋状の着磁帯を有する外スパイラル円筒磁石とを備え、前記外スパイラル円筒磁石が、一端に設けられた位置決め手段と、その反対の端部に設けられた、他の外スパイラル円筒磁石の前記位置決め手段と嵌合される被位置決め手段とを有し、ネジが連続状態となる少なくとも2通りの位置で嵌合可能のように形成された構成とされる。

【0012】(9) また、本発明は、(7) 又は(8)の磁気ネジであって、前記ロッド部材又は前記ジャケット部材が磁性材料により構成されていることを特徴とする。

(10) また、本発明は、(7) 乃至(9)のいずれかの磁気ネジであって、前記内スパイラル円筒磁石又は外スパイラル円筒磁石が、前記着磁帯の境目に形成された溝を有することを特徴とする。

(11) また、本発明は、(8) 乃至(10)のいずれかの磁気ネジであって、前記外スパイラル円筒磁石の内面に、前記着磁帯に沿って取り付けられた帯状磁性体を有することを特徴とする。

【0013】

【作用】上記の構成よりなる本発明(1)の磁気ネジでは、ロッド部材を回転させると、ロッド部材に枢支された内スパイラル円筒磁石の外周面に着磁された螺旋状の着磁帯の磁力により、ネジが螺進する。また、本発明

(2)の磁気ネジでは、ボス及びボス溝の掛合により、内スパイラル円筒磁石とロッド部材とが軸周り方向にずれることが防止される。また、本発明(3)では、かかる磁気ネジの隣接する内スパイラル円筒磁石同士の螺旋

着磁帯が当然に連続し、容易に磁気ネジが製造される。

【0014】また、本発明(4)の磁気ネジでは、ジャケット部材に保持された外スパイラル円筒磁石の内周面に着磁された螺旋状の着磁帯の磁力により、ネジが螺進する。また、本発明(5)の磁気ネジでは、ボス及びボス溝の掛合により、外スパイラル円筒磁石とジャケット部材とが軸周り方向にずれることが防止される。また、本発明(6)では、かかる磁気ネジの隣接する外スパイラル円筒磁石同士の螺旋着磁帯が当然に連続し、容易に磁気ネジが製造される。

【0015】また、本発明(7)の磁気ネジでは、ハウジングの円筒孔の内周面に施された螺旋着磁帯と、円筒孔を貫通して設けられたロッド部材の外周面に覆装された内スパイラル円筒磁石の螺旋着磁帯との間の磁力により、ハウジングと軸体とは、対応する極性の螺旋着磁帯が相対して位置する。軸体とハウジングとを相互に回転させると、軸体の螺旋着磁帯の螺進に伴いハウジングが軸方向に移動する。ここで、内スパイラル円筒磁石の上下端にそれぞれ設けられた位置決め手段と被位置決め手段とを嵌合させることにより、任意の個数の内スパイラル円筒磁石を連結し、ハウジングの円筒孔や軸帯の長さを適宜決定できる。また、少なくとも2通りの位置で嵌合可能なので、容易に螺旋状の着磁操作ができる。

【0016】また、本発明(8)の磁気ネジでは、ジャケット部材に保持された外スパイラル円筒磁石の内周面に施された螺旋着磁帯と、円筒孔を貫通して設けられた軸体の外周面の螺旋着磁帯との間の磁力により、ハウジングと軸体とは、対応する極性の螺旋着磁帯が相対して位置する。軸体とハウジングとを相互に回転させると、軸体の螺旋着磁帯の螺進に伴いハウジングが軸方向に移動する。ここで、外スパイラル円筒磁石の上下端にそれぞれ設けられた位置決め手段と被位置決め手段とを嵌合させることにより、任意の個数の外スパイラル円筒磁石を連結し、ハウジングの円筒孔や軸帯の長さを適宜決定できる。また、少なくとも2通りの位置で嵌合可能なので、容易に螺旋状の着磁操作ができる。

【0017】また、本発明(9)の磁気ネジでは、軸体のロッド部材やハウジングのジャケット部材を磁性材料で構成することにより、スパイラル円筒磁石の磁力がより有効に利用される。また、本発明(10)又は(11)の磁気ネジでは、スパイラル円筒磁石の着磁帯の境目に設けられた溝または着磁帯に沿って取り付けられた帯状磁性体により、磁束が集中され磁場のコントラストが強調される。

【0018】

【実施例】以下、本発明を具体化した一実施例を図面に基いて詳細に説明する。図1に磁気ネジの構成を断面図で示す。図1の磁気ネジは、水平に配置された軸体1と、軸体1に対して左右にスライド可能に設けられたハウジング2とを主要部とする。軸体1は、軸受け30、

30により左右を支持されるとともに、軸回りに回転可能となっている。軸体1は、図中右方のモータMにより回転駆動することができる。ハウジング2には、左右に貫通する円筒孔31が設けられ、軸体1を円筒孔31に通している。ハウジング2の円筒孔31より下方には副孔32が設けられ、副孔32を貫通する副ロッド33により、ハウジング2が軸体1を中心に回転するのを防いでいる。

【0019】軸体1について更に説明する。軸体1は、高透磁性の材料（例えば鉄、酸化鉄、ニッケル、コバルト若しくはこれらを主成分とする合金その他の化合物等）よりなる円柱形状のロッド部材3と、ロッド部材3に覆装される1又は2以上のスパイラル円筒磁石4とを有している。ロッド部材3に覆装された1又は2以上のスパイラル円筒磁石4は、左右両端の支持キャップ34、34と締め付けナット35、35とにより固定されている。また、個々のスパイラル円筒磁石4には左右各端に、位置決めボス5とボス穴6とが形成されており、隣接するスパイラル円筒磁石4、4の位置決めボス5とボス穴6とが嵌合して相互に位置決めしている。スパイラル円筒磁石4には螺旋着磁が施されており、その詳細は後述する。

【0020】ハウジング2について説明する。ハウジング2の円筒孔31は、1又は2以上のスパイラル円筒磁石7により構成される。スパイラル円筒磁石7は、軸体1のスパイラル円筒磁石4より少し大径であるが、ほぼ同様の構造を有する。その詳細は、スパイラル円筒磁石4と共に後述する。ハウジング2は、高透磁性の材料（例えば鉄、酸化鉄、ニッケル、コバルト若しくはこれらを主成分とする合金その他の化合物等）よりなる円筒形

$$h \tan \theta = 2 \pi r / n \quad (n \text{ は任意の自然数}) \quad (1)$$

(1) 式の右辺の分母nは、外面N極の着磁帯9の本数または外面S極の着磁帯9の本数を意味する。図3は、 $n=2$ である場合を示す。また、スパイラル円筒磁石4の上下長hは比較的短い。具体的には、20mm程度以内の長さである。また半径rとの比較では、rの2倍程度以下とされる。

【0023】そして、スパイラル円筒磁石4には、上端10に位置決めボス5が、下端11にボス穴6が、それぞれ設けられている。位置決めボス5とボス穴6とは、軸方向に対応する位置に設けられている。従って、前記のようにスパイラル円筒磁石4の上端10と下端11とでは、軸方向に相対する部位の極性が同一になるように着磁されているので、位置決めボス5と他のスパイラル円筒磁石4のボス穴6とを嵌合して連結することにより、長尺のスパイラル円筒磁石を得ることができる。図1に示した磁気ネジにはかかる磁石をロッド部材3に覆装したものを軸体1として用いている。

$$h \tan \theta' = 2 \pi (r + d) / n$$

の関係を満たすように定められる。ここで、着磁帯9の

状のジャケット部材8を有しており、スパイラル円筒磁石7はジャケット部材8の内側に嵌装されている。ジャケット部材8と1又は2以上のスパイラル円筒磁石7とは、左右両端の支持キャップ36、36と締め付けナット37と締め付けシャフト38とにより固定されている。また、ハウジング2は、カバー39により覆われ外形をなしている。

【0021】次に、軸体1に使用されるスパイラル円筒磁石4及びハウジング2に使用されるスパイラル円筒磁石7について説明する。これらは、径が異なる他は本質的な違いはないので、スパイラル円筒磁石4について説明する。スパイラル円筒磁石4の斜視図を図2に示す。スパイラル円筒磁石4は円筒形状の磁石であって、螺旋状に形成された複数本の着磁帯9を有している。隣接する着磁帯9同士は着磁の極性が逆向きとなっている。即ち、ある着磁帯9において外面にN極が着磁されていれば、その隣の着磁帯9においては外面にS極が着磁されている。

【0022】そして、スパイラル円筒磁石4の上端10と下端11とでは、軸方向に相対する部位の極性が同一になるように、螺旋着磁の偏向角が定められている。このことを、スパイラル円筒磁石4を平面に展開した図（図3の下部）を用いて説明する。スパイラル円筒磁石4の半径をr、上下長（図1では左右長、但し位置決めボス5は除く）をhで表す。図3で着磁帯9の偏向角 $\theta$ が次式を満たすときに、図3中の左辺と右辺とで対応する位置の極性が一致し、スパイラル円筒磁石4の上端10と下端11とで軸方向に相対する部位の極性が一致する。

【0024】そして、位置決めボス5及びボス穴6は、後述する着磁時のため、異なる角度に嵌合することも可能のように設けられている。図2のスパイラル円筒磁石4では、着磁帯9が各2本で計4本あり、隣接する着磁帯は軸回りに90°ずれているので、位置決めボス5及びボス穴6は90°毎に等間隔に4個ずつ設けられている。着磁帯9の本数が異なる場合には、位置決めボス5及びボス穴6の形成間隔及び個数もそれに合わせて異なる。

【0025】ハウジング2に使用されるスパイラル円筒磁石7も、スパイラル円筒磁石4とほぼ同様の構成を有する。スパイラル円筒磁石7の内面によりハウジング2の円筒孔31が区画され、その内面半径はスパイラル円筒磁石4の外面半径より大きく、この半径の格差により円筒孔31には軸体1との間に隙間dが存在する。従って、スパイラル円筒磁石7における偏向角 $\theta'$ は、

$$(2)$$

本数nは(1)式の場合と同じである。即ち、偏向角

$\theta'$  は、スパイラル円筒磁石 4 との間に隙間  $d$  がある分だけ、(1) 式の偏向角  $\theta$  と異なるのである。

【0026】かくして、磁気ネジを組んだときに軸体 1 の磁極とハウジング 2 の磁極とがちょうど対向するようにされている。スパイラル円筒磁石 7 にも位置決めボス 5 及びボス穴 6 が設けられており、2 以上のスパイラル円筒磁石 7 を連結して長尺のスパイラル円筒磁石を得ることができる。図 1 に示した磁気ネジにはかかる磁石をジャケット部材 8 に覆装したものをハウジング 2 として用いている。

【0027】上記構成を有するスパイラル円筒磁石 4 及び 7 は、以下の特徴を有している。第 1 に、機械的強度に優れる。中空部分に強度部材を挿入するか、又は周囲を強度部材で覆うことができるからである。図 1 の磁気ネジでは、ロッド部材 3 及びジャケット部材 8 が、かかる強度部材に相当する。この強度部材により機械的強度が確保されるので、スパイラル円筒磁石 4 及び 7 は、磁石材料としては優れるが材質的に脆いフェライト系や希土類系の材料で形成しても問題はない。そして、強度部材を高透磁性の材料で構成すれば、スパイラル円筒磁石 4 及び 7 の強い磁力を更に有効に利用することができる。

【0028】第 2 に、長尺状の円筒磁石を得ることができる。スパイラル円筒磁石 4 及び 7 の上端と下端とで極性が一致するようにしておけば、位置決めボス 5 と他のスパイラル円筒磁石 4 及び 7 のボス穴 6 とを嵌合して 2 以上のスパイラル円筒磁石 4 及び 7 を連結することにより、個々のスパイラル円筒磁石 4 及び 7 は短寸であっても、全体では全長の長い円筒磁石を得ることができるのである。これにより、ストロークの長い磁気ネジを得ることが可能となる。また、連結するスパイラル円筒磁石 4 及び 7 の個数を変えれば、目的に応じて必要とされる全長の円筒磁石を得ることができる。

【0029】上記構成及び特徴を有する本実施例の磁気ネジの作用を説明する。図 1 の磁気ネジにおいて通常時（軸体 1 を回転させないとき）は、軸体 1 のスパイラル円筒磁石 4 とハウジング 2 のスパイラル円筒磁石 7 との磁力により、スパイラル円筒磁石 4 及び 7 の吸引し合う極性の着磁帯 9 が、相対する位置で停止している。そして、ハウジング 2 の副孔 3 2 は、位置決め用のスライドである。モータ M により軸体 1 を回転させると、ロッド部材 3 と共にスパイラル円筒磁石 4 も回転する。このときスパイラル円筒磁石 4 の回転により、その着磁帯 9 は螺旋進む動きを見せる。かかる螺旋進に伴い、ロッド部材 3 の回りに回転できないハウジング 2 のスパイラル円筒磁石 7 も追従しようとする。そして、副孔 3 2 においては軸方向には特に力が作用せず中立である。このためハウジング 2 は、ロッド部材 3 の回転に伴い着磁帯 9 の螺旋進とともに左右に移動する。

【0030】また、本実施例の磁気ネジでは、図 1 に破

線で示すようにモータ M をモータカバー 4 4 で覆うことができるようになっている。モータカバー 4 4 には、ポート 4 5 が設けられている。モータカバー 4 4 を取り付け、ポート 4 5 から空気ポンプで吸引すると、唯一の発塵体であるモータ M からの発塵の外部への散乱を防止し、クリーンルームでの清浄搬送装置として使用することができる。

【0031】次に、本発明の第 2 の実施例に係る磁気ネジについて図 4 を参照して説明する。この磁気ネジは、前記第 1 実施例に係る磁気ネジとほぼ同様の構成を有するものであり、相違点は、スパイラル円筒磁石 4 a の形状と、スパイラル円筒磁石 7 の着磁帯に螺旋状磁性体 1 3 が取り付けられていることである。この磁気ネジのスパイラル円筒磁石 4 a は、各着磁帯 9 a の境目に溝 1 2 が形成されている。かかる溝 1 2 を有するスパイラル円筒磁石 4 a は、円筒形状の磁石材料に予め溝 1 2 を形成しておき、前記と同様に着磁して得ることができる。かかる溝 1 2 を有するスパイラル円筒磁石 4 a では、溝 1 2 を有しないスパイラル円筒磁石 4 と比較して、磁束が着磁帯に集中される。そして、円筒孔 3 1 のスパイラル円筒磁石 7 の着磁帯に沿って取り付けられた螺旋状磁性体 1 3 も、磁束を集中させる効果を有する。かくしてこの実施例では磁場の強弱のコントラストが強調され、そのため磁気ネジの停止位置精度がより向上される。

【0032】次に、本発明の第 3 の実施例に係る磁気ネジについて図 5 を参照して説明する。この磁気ネジは、前記第 1 実施例に係る磁気ネジとほぼ同様の構成を有するものであり、相違点は、スパイラル円筒磁石 4 の内面に、ロッド部材 3 に覆装したときの軸周りのずれを防止する畝状のボス 1 5 が設けられていることにある。また、ロッド部材 3 には、ボス 1 5 が掛合するボス溝 1 4 が形成されている。ボス 1 5 とボス溝 1 4 との掛合により、スパイラル円筒磁石 4 とロッド部材 3 とが軸周りにずれることによる伝達損失が防止される。尚、スパイラル円筒磁石 4 の内面にボス溝を形成し、ロッド部材 3 にボスを設けることとしてもよい。

【0033】次に、本発明の第 4 の実施例に係る磁気ネジについて図 6 を参照して説明する。この磁気ネジは、前記第 1 実施例に係る磁気ネジとほぼ同様の構成を有するものであり、相違点は、スパイラル円筒磁石 7 の外面に、ジャケット部材 8 に保持されたときの軸周りのずれを防止する畝状のボス 1 6 が設けられていることにある。また、ジャケット部材 7 には、ボス 1 6 が掛合するボス溝 1 7 が形成されている。ボス 1 6 とボス溝 1 7 との掛合により、スパイラル円筒磁石 7 とジャケット部材 8 とが軸周りにずれることによる伝達損失が防止される。尚、スパイラル円筒磁石 7 の外面にボス溝を形成し、ジャケット部材 8 にボスを設けることとしてもよい。

【0034】次に、本発明の磁気ネジを製造する方法の



実施例について説明する。まず、ロッド部材3とスパイラル円筒磁石4とからなる軸体1の製造方法を説明する。軸体1を製造する場合には、図5に示すように、スパイラル円筒磁石4に未だ螺旋着磁を施していないものをロッド部材3に枢支し、この後螺旋着磁を施すのがよい。螺旋着磁を施す際には、図7に示す着磁治具18を用いて行う。着磁治具18は、円筒形状のヨーク19の内面に、大電流を流しうる導線20を螺旋状に巻き付けたものである。ヨーク19は、高透磁性の材料で形成される。ヨーク19の内面には、導線20を位置決めして取り付けするための溝22が螺旋状に形成されており、導線20の位置がずれないようにしている。また、ヨーク19の両端には、絶縁体のモールド21が備えられており、ヨーク19の両端にはみ出す導線20を埋め込むようになっている。導線20は大電流が流されるもので、危険防止のためである。

【0035】着磁前のスパイラル円筒磁石4を複数個枢支したロッド部材3をヨーク19の内部に挿入し、導線20に大電流(10kA以上、このためには1.5kV程度の印加電圧を要する)を流すと、導線20の周りに周回磁界が生じ、これにより磁石材料が着磁される。導線20が螺旋状なので、スパイラル円筒磁石4に螺旋着磁が施される。そしてロッド部材3を軸方向に所定量移動して再度通電しこれを繰り返すと、長尺の軸体1を製造することができる。この場合には、ロッド部材3の両端を保持し、これをLMガイド等でガイドしながら、ステップモータ等の駆動手段で駆動する。そして、LMガイドと平行に設けたマグネスケール等により、ロッド部材3を位置決めして着磁する。

【0036】かかる方法で着磁する場合には、スパイラル円筒磁石4に、図2に示したような位置決めボス5及びボス穴6を設ける必要がなく、隣接するスパイラル円筒磁石4の着磁帯同士は当然に連続する。また、ヨーク19の着磁幅が限られていても、着磁を反復することにより長尺の軸体1が得られる。なお、この着磁方法は、図5に示したようなボス15及びボス溝14の有無に拘らず、実施できる。

【0037】また、図8に示す着磁治具23を用いれば、スパイラル円筒磁石7の内面螺旋着磁も容易にできる。着磁治具23は、高透磁性の円柱形状のヨーク24に、導線25を螺旋状に巻き付け、両端にモールド27を設けたものである。ヨーク24には、導線25の位置ずれを防ぐための溝26が螺旋状に形成されている。ジャケット部材8に未着磁のスパイラル円筒磁石7を嵌装し、着磁治具23を挿入して導線25に通電して螺旋着磁が施される。通電と移動とを繰り返せば、長尺のものも着磁可能である。この方法で着磁する場合にも、スパイラル円筒磁石7に、図2に示したような位置決めボス5及びボス穴6を設ける必要がなく、隣接するスパイラル円筒磁石7の着磁帯同士は当然に連続する。また、ヨ

ーク24の着磁幅が限られていても、着磁を反復することにより長尺のものが得られる。なお、この着磁方法は、図6に示したようなボス16及びボス溝17の有無に拘らず、実施できる。

【0038】以上詳細に説明したように、前記各実施例の磁気ネジによれば、円筒形状の磁石材料に螺旋着磁を施したスパイラル円筒磁石4、7をネジ部分に使用し、高透磁性の材料でできたロッド部材3及びジャケット部材8を使用するので、磁力が強くかつ機械的強度にも優れる。そして更に、上下端に位置決めボス5とボス穴6とが設けられたスパイラル円筒磁石4、7をネジ部分に使用しているので、適宜必要な個数のスパイラル円筒磁石4、7を嵌合して目的に合わせた長さのものを容易に得ることができ、ハウジング2の大きさや軸体1の長さの設計上の自由度が大きい。また、位置決めボス5及びボス穴6は少なくとも2か所以上で嵌合可能なので、隣接する着磁帯に相互に逆極性の着磁を施す処理を行いやすい。

【0039】また、個々のスパイラル円筒磁石4、7が短寸なので、脆い材質の磁石材料でも成形しやすく、これを連結して長尺のものが得られる。その場合でも欠陥が生じにくく、磁力も強い。また、スパイラル円筒磁石4、7を着磁する前にロッド部材3又はジャケット部材8に取り付け、着磁治具18、23で螺旋着磁することとすれば、着磁と移動との繰り返しにより容易に長尺のものを得ることができる。またこの場合には、位置決めボス5及びボス穴6がなくても隣接するスパイラル円筒磁石4、7の着磁帯が連続する。

【0040】以上本発明の磁気ネジについて実施例に基づいて詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定されることなく、色々な変形が可能である。例えば前記実施例では、軸体の保持部分にスライド軸受けを設けたが、磁性流体ベアリングを用いてもよい。また、ハウジングの軸回りの回転を防止する副孔32と副ロッドとを平行に2組設けると、ハウジングの位置が更に安定する。また、軸体を回転駆動するのに、モータを用いる替わりに、手動ハンドルを設け手動で動かすこととしてもよい。

#### 【0041】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように本発明によれば、強力かつ高強度のスパイラル円筒磁石を安価に実現し、かつ任意の個数のスパイラル円筒磁石を連結可能としたので、従来の磁気ネジの問題点を解決して磁力が強く機械的強度も優れ更に位置精度も高く、広範な応用を可能にした磁気ネジを提供することができる。また、スパイラル円筒磁石を装着するロッド部材やジャケット部材を高透磁性の材料で構成すること等により、スパイラル円筒磁石の磁力を更に有効利用できる。また、スパイラル円筒磁石を着磁前にロッド部材又はジャケット部材に取り付け、その後着磁することにより、隣

接するスパイラル円筒磁石の着磁帯が連続し、長尺のものが容易に得られる磁気ネジの製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例に係る磁気ネジの構成を示す断面図である。

【図2】本実施例に係る磁気ネジに使用するスパイラル円筒磁石を示す図である。

【図3】スパイラル円筒磁石を展開した状態を説明する図である。

【図4】第2の実施例に係る磁気ネジの構成を示す図である。

【図5】第3の実施例に係る磁気ネジの軸体の構成を示す図である。

【図6】第4の実施例に係る磁気ネジのハウジングの構成を示す図である。

【図7】スパイラル円筒磁石に外面着磁する着磁治具を説明する図である。

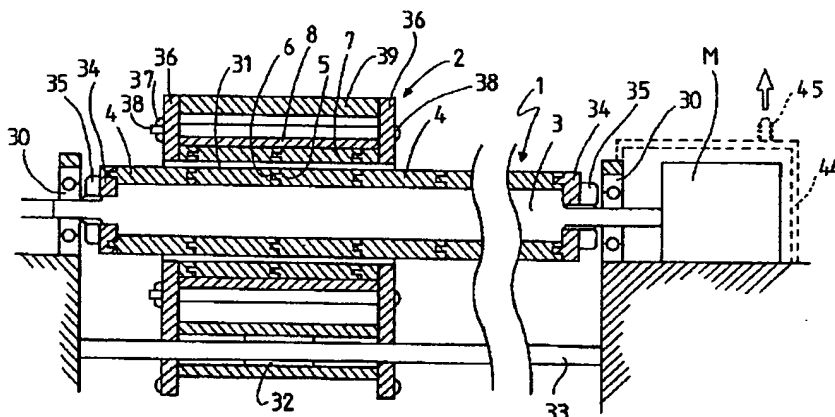
【図8】スパイラル円筒磁石に内面着磁する着磁治具を

説明する図である。

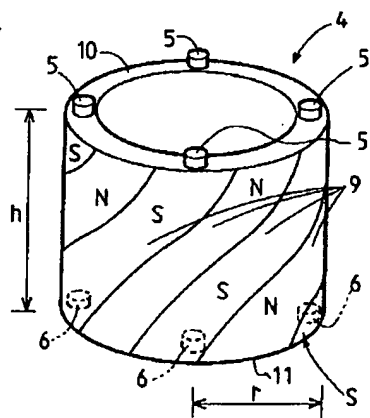
【符号の説明】

- |       |           |
|-------|-----------|
| 1     | 軸体        |
| 2     | ハウジング     |
| 3     | ロッド部材     |
| 4、7   | スパイラル円筒磁石 |
| 5     | 位置決めボス    |
| 6     | ボス穴       |
| 8     | ジャケット部材   |
| 9     | 着磁帯       |
| 12    | 溝         |
| 13    | 螺旋状磁性体    |
| 14、17 | ボス溝       |
| 15、16 | ボス        |
| 18、23 | 着磁治具      |
| 20、25 | 導線        |
| 30    | 軸受け       |
| 31    | 円筒孔       |

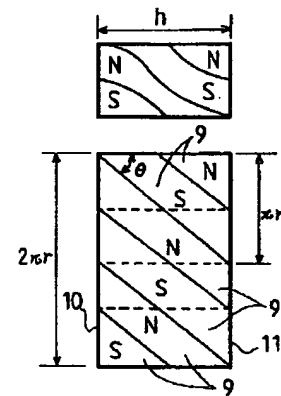
【図1】



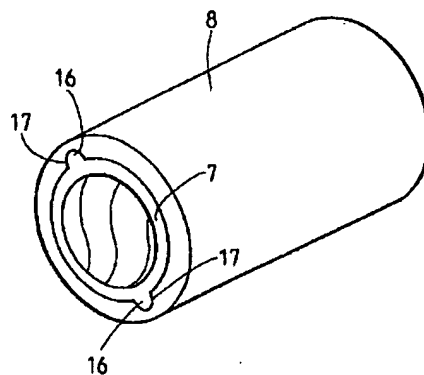
【図2】



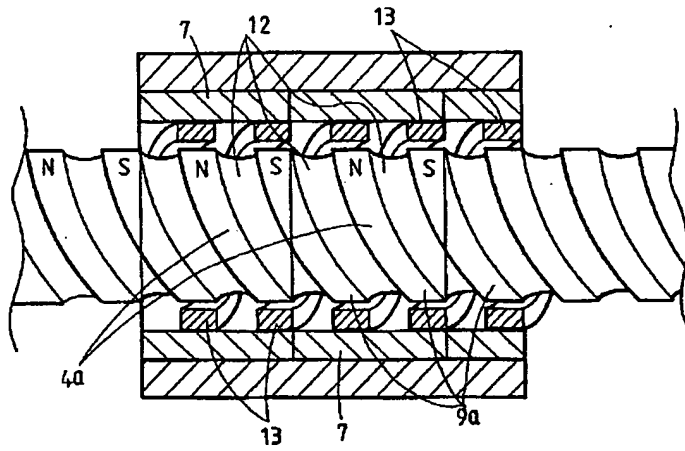
【図3】



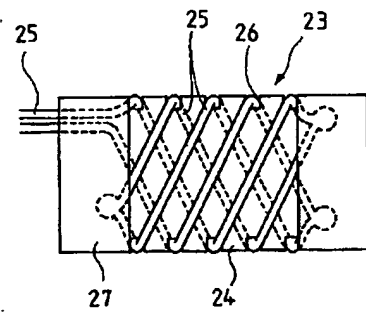
【図6】



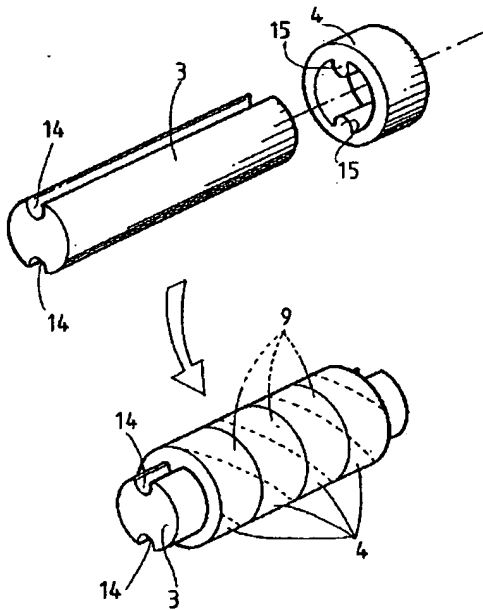
【図4】



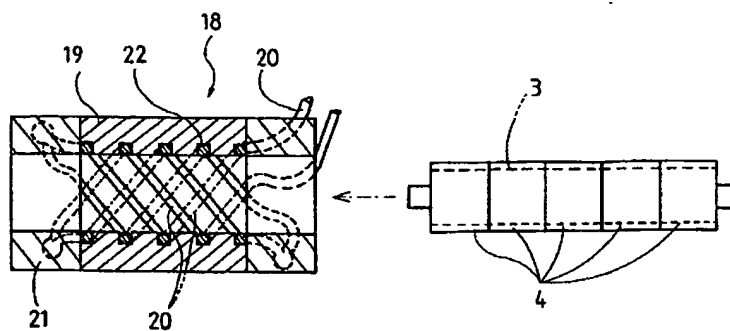
【図8】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 恵村 大助  
愛知県小牧市大字北外山字早崎3005 シー  
ケーディ株式会社内